cbecimat26
26° Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais
22 a 26 de novembro de 2026
Costão do Santinho
Florianópolis-SC

Recuperação Eletrocinética de Vanádio em Catalisadores Desativados: Reaproveitamento de Subprodutos e Economia Circular na Indústria Petrolífera

Camilla G. Rocha[1] • Renata B. G. Valt[2] • Maria José J. de S. Ponte[3]
[1 2 3] Universidade Federal do Paraná (UFPR)

Introdução

Craqueamento de catalisador fluidizado (FCC)
Conversão de frações de hidrocarbonetos de menor valor em combustíveis e outros produtos

↓

Deposição de coque e metais advindos do petróleo no catalisador: desativação

↓

Geração de E-CAT

Passivo Ambiental

Fonte secundária de vanádio
Ligas e baterias de fluxo redox

↓

Remoção de vanádio (EKR)
Mobilização de elementos de interesse

↓

Recuperação de vanádio e valorização do E-CAT
Recursos na cadeia produtiva

Objetivos

- Avaliar a remoção de vanádio presente no E-CAT através da aplicação de técnica de remediação eletrocinética, investigando a influência da temperatura e da intensidade do campo elétrico na eficiência do processo;
- Promover a descontaminação do resíduo para disposição segura;
- Contribuir para a economia circular na indústria do petróleo.

Metodologia

Matriz: 140 g de E-CAT (104 µm; 1,7% de V_2O_5).
Reator: Leito fixo de 2,6 cm; ânodo Ti e cátodo aço inox 304.
Eletrólito: Citrato de sódio 0,5 mol/L; pH 3,5.
Fatores: T = 25, 45 e 65 °C; E = 2,6, 6,6 e 10,6 V
Delineamento: Fatorial 2², com ponto central
Duração: 24 h de repouso + 48 h com campo elétrico
Branco: 25, 45 e 65 ºC, sem campo

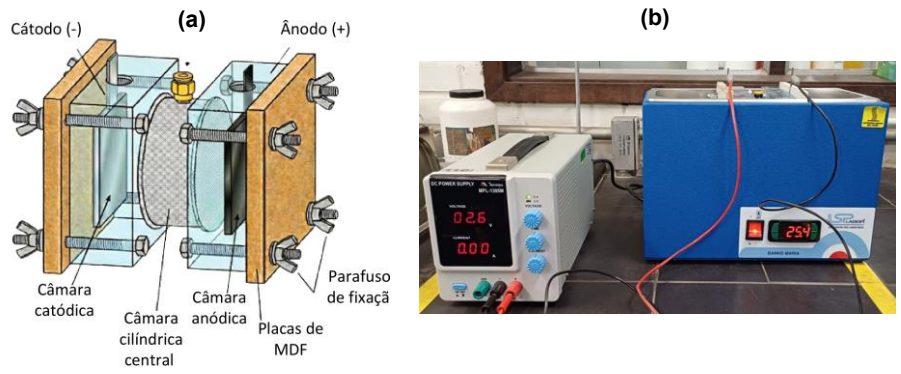


Figura 1 – Esquema do (a) reator eletrocinético e (b) montagem experimental.

Resultados e Discussão

Tabela 1 – Resultados experimentais de remoção de vanádio e consumo energético

	E (V)	T (ºC)	Remoção V (%)	Energia consumida (kWh/kg cat)
EXP 1	2,6	25	2,94	0,02
EXP 2	10,6	65	23,53	1,58
EXP 3	10,6	25	8,82	1,44
EXP 4	6,6	45	17,65	0,56
EXP 5	2,6	65	11,76	0,16
EXP 6	6,6	45	14,71	0,53
EXP 7	6,6	45	18,82	0,56
BRANCO 1	-	25	2,81	0,02
BRANCO 2	-	45	5,88	0,13
BRANCO 3	-	65	8,79	0,16

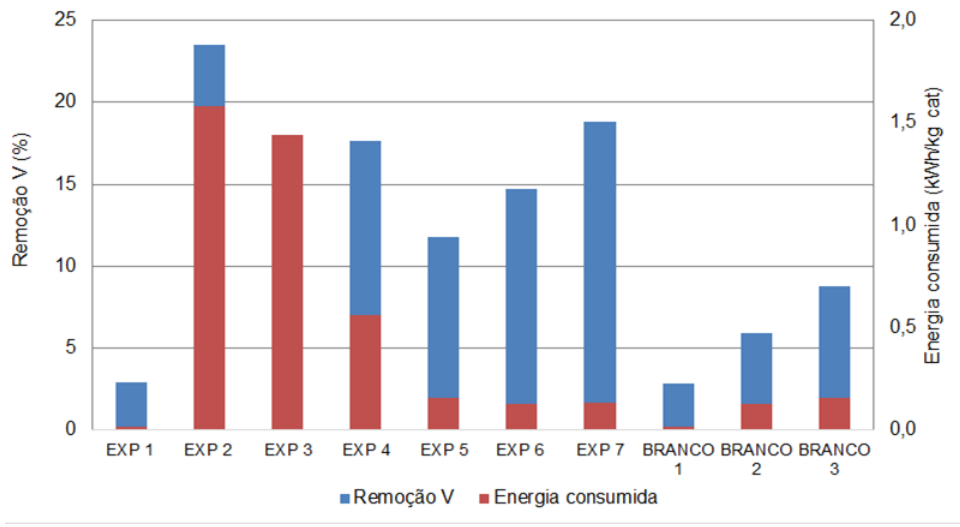


Figura 2 – Comparativo entre remoção de vanádio e consumo energético

- O EXP 2 apresentou a maior remoção de vanádio (23,53%), a 65 °C e 10,6 V. Essa condição também registrou o maior consumo energético: 1,58 kWh/kg de catalisador.
- A remoção de vanádio nos experimentos com apenas aplicação de temperatura propiciou um aumento de 2,81% para 8,79% entre 25 e 65 °C, indicando a contribuição térmica, além da contribuição do campo para o tratamento.

Conclusões

A EKR mostrou potencial para a remoção de vanádio do E-CAT, atingindo 23,53% a 65 °C e 10,6 V, indicando a influência tanto do campo elétrico quanto da temperatura no tratamento do E-CAT.

A remediação eletrocinética apresenta potencial para transformar o E-CAT de passivo ambiental em fonte secundária de vanádio.

Agradecimentos e Referências

• FERREIRA, J. M. M.; SOUSA-AGUIAR, E. F.; ARANDA, D. A. G. FCC catalyst accessibility: a review. Catalysts, v. 13, art. 784, 2023.
• SOUZA, P. H. G. Estimativas do mercado de vanádio secundário no Brasil. Monografia, UFMG, 2024.
• SUN, Z. et al. Electrokinetic remediation for the removal of heavy metals in soil. Science of the Total Environment, v. 903, art. 165970, 2023.
• TIMOSHEV, V. et al. Recycling of spent FCC catalysts. ChemSusChem, v. 17, art. e202301642, 2024.

prh anp 12/UFPR
anp
Gestão: FAPESP
GEA Grupo de Eletroquímica Aplicada
UFPR Universidade Federal do Paraná